ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079-6080.2024.1.91
УДК 630.182. 21

Анализ роста и развития деревьев кедра корейского в Воронежской области

© С.В. Левин

Analysis of growth and development of Korean cedar trees in Voronezh region

S.V. Levin (All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Voronezh)

Comparative analysis of growth and development features of grafted and ungrafted Korean cedar trees gives an idea of species specificity, determining the possibilities and methods of its introduction. As a result of studying the development of trees, when comparing the results obtained with the data of heights in the natural habitat at the age of 30 years (3.4 m), we observe that Korean cedar in the habitat conditions is 46.6 % lower than the height of grafted trees and 57 % lower than the height of non-grafted trees at the sites.

It should be noted that the average height growth of the scion, as a resultant trait, is characterized by a high degree of linear correlation with the following traits: scion and scion diameters (0.84 and 0.83, respectively), crown diameter (0.87), age and height of the scion (0.81 and 0.93, respectively). We observe a generally higher level of variability for crown diameter (CV = 28.6 %) and average variability across grafting age groups, which decreases as grafting age increases (11.5 to 20.6 %). The diameter of the scion and scion at the grafting site varied greatly, both among themselves and across age groups with an average 39.3 % excess of scion over scion.

Among non-grafted trees, trunk diameter at breast height correlated with crown diameter at 0.64. When Korean cedar trees are placed in groups among other species, the species tends to increase in height to the detriment of diameter, which should be taken into account when creating crops. Creation of forest growing objects with the participation of Korean cedar is better timed to rich growing conditions with the placement of trees in the row planting 3.0 × 1.0 m or creating wings of it with the placement of 2.0 × 1.5 m in alternation with rows of other species in 3 m.

Key words: Korean cedar, introduction, grafting, scion tree, scion tree, scion tree, height growth rate, crown diameter

Анализ роста и развития деревьев кедра корейского в Воронежской области

С.В. Левин

Сравнительный анализ особенностей роста и развития привитых и непривитых деревьев кедра корейского дает представление о видовой специфике, определяя возможности и способы его интродукции. В результате изучения развития деревьев при сравнении полученных результатов с данными высот в естественном ареале в возрасте 30 лет (3,4 м) наблюдаем, что кедр корейский в условиях ареала на 46,6 % ниже высоты привитых деревьев и на 57 % ниже непривитых деревьев на объектах.

Следует отметить, что среднему приросту в высоту привоя, как результативному признаку, свойственна высокая степень линейной коррелятивной зависимости со следующими признаками: диаметрами привоя и подвоя (0,84 и 0,83 соответственно), диаметром кроны (0,87), возрастом и высотой привоя (0,81 и 0,93 соответственно). Наблюдаем по диаметру кроны в целом повышенный уровень изменчивости (CV = 28,6 %) и средний по группам возраста прививок, который снижается по мере увеличения возраста прививки (от 11,5 до 20,6 %). Диаметр привоя и подвоя в месте прививки сильно разнятся, как между собой, так и по возрастным группам при превышении в среднем подвоя над привоем на 39,3 %.

Среди непривитых деревьев с диаметром кроны коррелирует диаметр ствола на высоте груди – 0,64. При групповом размещении деревьев кедра корейского среди других пород вид стремится прирастать по высоте в ущерб диаметру, что необходимо учитывать при создании культур. Закладку объектов с участием кедра корейского лучше приурочивать к богатым условиям произрастания с размещением деревьев при рядовой посадке 3,0 × 1,0 м или образуя из него кулисы с размещением 2,0 × 1,5 м при чередовании с рядами других пород через 3 м.

Ключевые слова: кедр корейский, интродукция, прививка, привой дерева, подвой дерева, ход роста в высоту, диаметр кроны

Левин Сергей Валерьевич – научный сотрудник отдела опытных испытаний
E-mail: leslesovik63@yandex.ru

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологий»
394087 Россия, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д. 105
Телефон: (473) 253-71-89
E-mail: ilgis@lesgen.vrn.ru

Введение

Развитие и воспроизводство лесов следует рассматривать как сложный и длительный процесс, зависящий от совокупности природных и антропогенных факторов. Значительная роль при решении данной проблемы отводится искусственному лесовосстановлению и лесоразведению, не исключая участия видов-интродуцентов. К породам, проходящим акклиматизацию на территории лесостепного района европейской части России, относится кедр корейский, или сосна кедровая корейская (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.).

Кедр корейский – наиболее крупное и особо характерное дерево всей Маньчжурской флористической области, образующее леса в нижнем и среднем горных поясах. Несмотря на свою разнообразную экономическую и эстетическую ценность, кедр корейский не так широко распространен за пределами своего естественного ареала, как кедр сибирский. Это связано с его более сложной биологией, которая развивалась в особых климатических условиях природы.

За пределами Российской Федерации он произрастает в Китае на северо-востоке района Малый Хинган, хребте Чжангуанцай и в районе Ваньдашань, а также на полуострове Корея и в центральной части острова Хонсю в Японии. Весь ареал корейского кедра лежит в зоне хвойно-широколиственных лесов Дальнего Востока [3, 5]. На Дальнем Востоке России кедр проникает в регион с запада куртинами и редко смешивается в древостоях с типичными лесными древесными породами.

Деревья кедра корейского имеют ярко выраженную С-стратегию, отличаясь длительным жизненным циклом и во многом формируя среду кедрово-широколиственных лесов. Основные факторы, обусловливающие выживание и развитие деревьев, различаются на каждом этапе их возрастного развития. Устойчивое существование ценопопуляции *Pinus koraiensis* обеспечивается за счет множества элементов лесного сообщества, причем время, необходимое для формирования устойчивой ценопопуляции, составляет в условиях кедрово-широколиственного леса 1000–1200 лет [15]. Кедр относится к медленнорастущим видам, поэтому в смешанных кедрово-широколиственных лесах в течение одного поколения развития кедра другие виды могут полностью сменять друг друга до двух-четырех поколений [1]. Отсюда для кедрово- широколиственных лесов характерны: многоярусная структура и вертикальная сомкнутость, разновозрастность, групповое расположение растений в ярусах в пределах одного фитоценоза, относительно низкая продуктивность лесного полога в дополнение к многовидовому составу, растянутые процессы лесообразования и сукцессии [5].

В лесной формации кедрово-широколиственных лесов в результате неурегулированных рубок, развернувшихся в XX в. на Дальнем Востоке, их площади и запасы значительно снизились (в Амурской области за сто лет площадь кедровников уменьшилась в 70 раз), произошло накопление низкополнотных и низкотоварных малопроизводительных вторичных древостоев, что отмечают исследователи [20]. Несмотря на то, что с 1990 г. рубки в этих лесах запрещены, доля кедровников продолжает неуклонно сокращаться. Так на 01.01.2001 их величина составляла 2,88 млн га (1,1 % от общей площади дальневосточных лесов), а к 2019 г. она сократилась на 210 тыс. га. По субъектам Дальнего Востока распределение лесов следующее: Приморский край – 1,94 млн га, Хабаровский край – 567,3 тыс. га, ЕАО – 157 тыс. га, Амурская область – 8,2 тыс. га [24]. В Приморском крае произошло наиболее значительное сокращение – на 181 тыс. га с 2008 г., т. е. при среднем запасе 186,5 м^3/га (по официальным данным) – потери составляют более 33 млн м^3. Бессистемные рубки привели к изменению возрастной структуры кедровых насаждений, а также к истощению запасов спелых и перестойных кедрово-широколиственных лесов. На эту группу возраста сейчас приходится не более 12 % площади кедровников. При этом в 2018 г. из общей площади лесовосстановительных мероприятий 65,85 тыс. га доля содействия естественному возобновлению составила 92 %. А оставшиеся 8 %

(5392,9 га) – это искусственное лесовосстановление путем посадки лесных культур, где на кедр корейский приходится лишь 828,2 га [25].

Приведенные данные подчеркивают необходимость создания объектов с участием кедра корейского за пределами естественного ареала для проверки на устойчивость в условиях адаптации.

Интродукция вида осуществляется во многих странах уже более 170 лет. Например, в Китае, создание плантаций кедра корейского за пределами естественного ареала сильно ограничено в районах с сухим климатом: вследствие малого количества осадков и наличия песчаных и засоленных бедных почв. Однако в течение многих лет здесь проводились научные экспериментальные исследования по прививке корейской кедровой сосны на саженцы монгольской сосны (*Pinus sylvestris* L. var. *mongolica* Litv.). При этом привой приобрел ряд некоторых биологических свойств подвоя, достигая нормального роста и семеношения в континентальной части Северо-Восточного Китая, что позволило расширить зону выращивания этой породы [26].

Проделанные изыскания позволяют оценить перспективы акклиматизации кедра корейского. Этот вид может быть рекомендован для массового введения в леса Средней Сибири и как декоративное дерево – в антропогенные ландшафты [12]. О возможностях интродукции кедра корейского в центральную часть России существуют разные мнения. Чаще всего считается, что порода хорошо приспосабливается и для этого рекомендуют использовать потомство амуро-уссурийской популяции кедра корейского для культур в центральных районах страны [10]. Еще в ранней публикации А.Б. Альбенского (1940 г.) указывалось на перспективу разведения вида в степной зоне по понижениям неморозобойных балок [2]. Однако практический опыт выращивания этой породы в Европейской части России к настоящему времени небольшой. В 70-х годах XX века в Центральном, Центрально-Черноземном, Средне-Поволжском, Северо-Западном районах и в Южной Сибири кедры были вовлечены в сеть государственных географических культур России по ограниченному количеству происхождений [11].

На необходимость и целесообразность использования метода прививки при интродукции кедра корейского указывают положительные результаты опытов по созданию прививочных лесосеменных плантаций в ареале естественного распространения кедра корейского (в качестве подвоя использовались 5-летние саженцы кедра корейского с закрытой корневой системой) [8, 9]. Данные многолетних наблюдений за ростом, приживаемостью, цветением и семеношением меж- и внутривидовых прививок пятихвойных сосен, в том числе и кедра корейского, свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения и совершенствования техники вегетативного размножения.

Ранее нами были обследованы 17-летние привитые деревья трех видов кедровых сосен – сибирской, европейской и корейской (14 происхождений, 34 генотипа) на сосне обыкновенной, созданные и исследованные в Воронежской области сотрудником ЦНИИЛГиС Е.В. Титовым [16]. Цель данной работы – обобщить многолетний опыт выращивания сосны кедровой корейской путем межвидовой прививки в условиях лесостепного района Воронежской области.

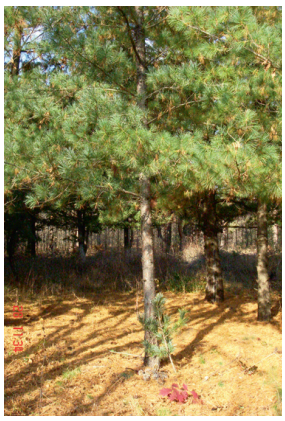
Объекты и методы исследований

Для проведения исследований были выбраны участки на территориях: 1) лесопаркового и 2) лесного участка ВНИИЛГИСбиотех (г. Воронеж), а также 3) кв. 6 и 4) кв. 16 Семилукского коллекционно-маточного дендрария (КМД) в Воронежской области (рис. 1).

На объекте осуществлялись измерения таксационных показателей роста и развития, как привитых модельных деревьев (объекты № 1 и № 2), так и непривитых (объекты № 3 и № 4).

На объектах № 1 и № 2 прививка выполнялась методом сердцевиной кедра корейского на камбий кедра сибирского. Тип лесорастительных условий – C_2. Возраст прививки на объекте № 1 – 19,2 ± 0,8 лет, на объекте № 2 – 41 год. Размещение посадочных мест между деревьями следующее: на участ-

Объект № 1,
возраст – 30 лет



Объект № 2,
возраст – 40 лет

Объект № 3,
возраст – 35 лет

Объект № 4,
возраст – 42 года

Рис. 1. Древостои кедра корейского на объектах исследования

ке № 2 –1,2 × 0,6 м; № 1 – неравномерное, в среднем составляя 2 × 2,5 м.

Непривитые деревья кедра корейского исследовались на объекте № 3 (возраст – 35 лет) и объекте № 4 (возраст – 42 года). Тип лесорастительных условий – $Д_2$ [15]. Изначальное расстояние между деревьями: на участке № 3 – 2,5× 2,5 м; № 4 – 1,0 × 1,5 м.

Посадка осуществлялась 5-летними (участки № 1 и № 2) и 4-летними саженцами (участки № 3 и № 4).

Следует отметить, что на всех объектах у деревьев кедра корейского не зафиксировано фито- и энтомовредителей в отличие от кедра сибирского. На привитых деревьях наблюдается процесс ежегодного семеношения [17]. На непривитых деревьях первое семеношение зафиксировано в возрасте 35 лет.

Для анализа развития деревьев использован лесоводственно-экологический метод исследований. Определение хода роста в высоту выполнялось с установлением возраста и текущего прироста по мутовкам. Данные статистически обработаны с применением «Пакета анализа» Microsoft Excel.

Результаты исследований

Необходимость создания гетеропластических прививок возникает в случае целенаправленного выбора подвоя, обладающего быстрым ростом или способствующего адаптации к различным почвенным условиям (засуха, затопление, засоленность, повышенная кислотность или защелачивание), а также придающего устойчивость к заболеваниям [13].

Из литературных данных известно, что при использовании в качестве подвоя сосны кедровой сибирской только 40 % черенков привоя сосны кедровой корейской образовали прирост, из которых 50 % сформировали почки и хвою на текущем приросте побега. По всем показателям проведение гомопластических прививок было более эффективным: 85,7 % черенков сосны кедровой корейской образовали прирост, 57,1 % из которых сформировали почки, 71,4 % – хвою на текущем приросте побега [28].

При сопоставлении показателей хода роста кедра корейского, произрастающего в Еврейской автономной области [6], с собственными данными видим, что в возрасте 30 лет деревья имеют высоту 3,4 м, что на 46,6 % меньше чем у привитых деревьев на объекте № 2 (6,37 м) и на 57 % – у непривитых деревьев на объекте № 4 (7,91 м). При этом, если сравнивать полученные результаты по высоте за 21-летний промежуток времени у привитых деревьев на территориях с одинаковыми условиями произрастания ($С_2$) – лесопарка (3,8 м) и лесного участка (4,27 м) – то можно сделать вывод о влиянии на рост деревьев их размещения. С возрастанием густоты происходит увеличение прироста по высоте привитых деревьев при условии отсут-

ствия превышения по высоте со стороны сопутствующих пород. При сравнении за тот же период времени высот непривитых деревьев в условиях Семилукского КМД ($Д_2$), а именно: на объекте № 3 (3,92 м) и № 4 (5,53 м), можно также сделать заключение о влиянии густоты на высоту породы [15].

При анализе развития привитых и непривитых деревьев напрашивается вывод об отсутствии заметных отличий между ними, несмотря на неодинаковые почвенные условия.

Учитывая, что в условиях естественного ареала деревья кедра корейского имеют ярко выраженную С-стратегию [27], а основные факторы, обусловливающие выживание и развитие деревьев, различаются на каждом этапе их онтогенеза, был проанализирован прирост в высоту деревьев с момента прививочных работ в лесопарковом участке. С этой целью имеющийся материал из модельных деревьев был разбит на три группы по возрасту привоя, где внутри каждой из них наблюдаются различия по возрасту от 2 до 5 лет. Промежутки времени с момента прививки до обследования составили по группам: I – 1995–2018 г., II – 1998–2018 г., III – 2003–2018 г. При выделении групп не предопределялась связь с возрастом подвоя, так как прививки производились на саженцы кедра сибирского, высаженные в различные сроки.

На рисунке 2 на начальном этапе просматриваются отличия в ходе роста прививок по возрастным группам, что связано с различными годами проведения прививочных работ. При этом по линиям тренда уравнений полиномиальных зависимостей с достаточными степенями аппроксимаций видим идентичное протекание самого процесса хода роста в высоту по возрастным группам. Также наблюдаем рост показателей среднего прироста в высоту по группам с учетом возраста самого привоя.

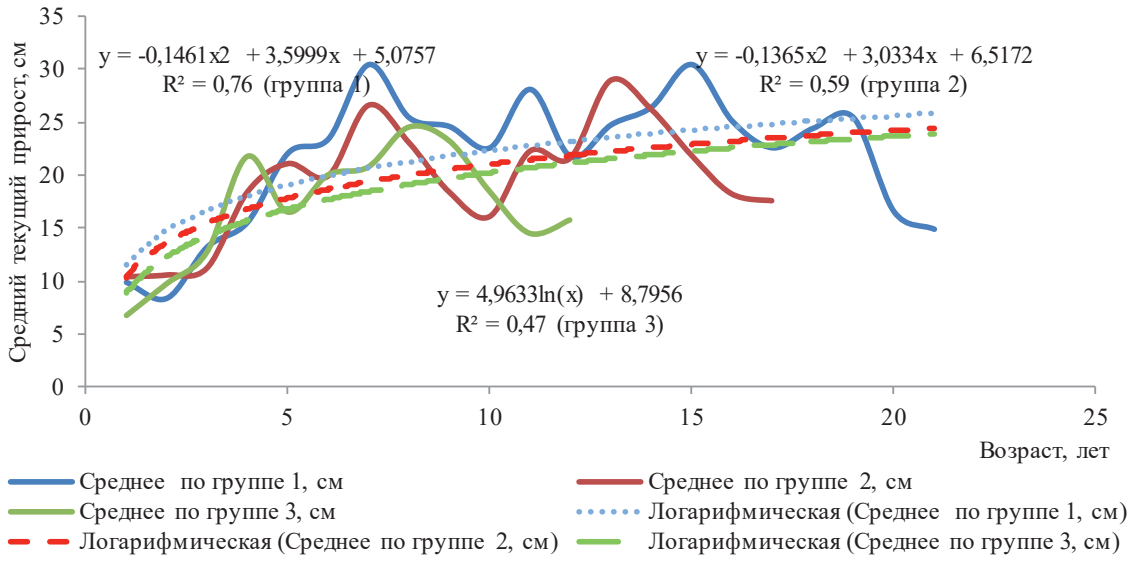


Рис. 2. Зависимость прироста в высоту по группам возраста от их возраста (объект № 1)

Следует иметь в виду, что при снижении величин по возрасту привоя наблюдается лишь слабое увеличение соответствующих у подвоя с незначительной разницей по его высотам (рис. 3). По таксационным показателям на территории лесопарка (объект № 1) статистически обработанные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты статистической обработки данных таксационных показателей на территории лесопарка (объект № 1)

Статистические показатели	Таксационные показатели								
	Ср. прирост привоя, см	Ср. прирост подвоя, см	Высота привоя, м	Высота подвоя, м	Возраст привоя, лет	Возраст подвоя, лет	Диаметр привоя, см	Диаметр подвоя, см	Диаметр кроны, м
1-я группа									
$X \pm x$	21,1 ± 0,46	11,9 ± 0,52	4,8 ± 0,17	0,8 ± 0,12	22,8 ± 0,40	9,3 ± 0,99	9,7 ± 0,47	13,9 ± 1,05	2,6 ± 0,13
σ	1,23	1,40	0,44	0,32	1,07	2,62	1,24	2,78	0,34
P (95 %)	1,14	1,28	0,41	0,30	1,00	2,43	1,15	2,58	0,31
CV, %	5,7	11,8	9,1	39,5	4,8	28,0	12,4	20,2	11,5
2-я группа									
$X \pm x$	19,1 ± 0,79	12,1 ± 0,76	3,6 ± 0,23	0,8 ± 0,06	18,8 ± 0,50	10,3 ± 0,47	6,5 ± 0,74	9,3 ± 0,95	1,8 ± 0,14
σ	2,08	2,00	0,61	0,15	1,34	1,25	1,97	2,52	0,37
P (95 %)	1,93	1,86	0,56	0,14	1,24	1,15	1,81	2,33	0,34
CV, %	10,9	16,7	16,9	18,3	6,9	12,1	30,3	27,1	20,6
3-я группа									
$X \pm x$	16,3 ± 0,80	11,3 ± 0,85	2,4 ± 0,14	0,9 ± 0,09	14,7 ± 0,58	11,3 ± 1,28	4,6 ± 0,76	6,6 ± 0,57	1,5 ± 0,13
σ	1,80	1,90	0,32	0,19	1,30	2,86	1,70	1,27	0,29
P (95 %)	2,23	2,36	0,40	0,24	1,61	3,55	2,11	1,57	0,36
CV, %	11	16,9	13,3	22,1	8,8	25,8	37,0	19,7	20,0
Общий итог									
$X \pm x$	19,1 ± 0,58	11,8 ± 0,39	3,8 ± 0,25	0,8 ± 0,05	19,2 ± 0,80	10,2 ± 0,53	7,2 ± 0,60	10,3 ± 0,86	2,0 ± 0,13
σ	2,51	1,70	1,08	0,23	3,47	2,29	2,61	3,76	0,58
P (95 %)	1,21	0,82	0,52	0,11	1,67	1,10	1,26	1,81	0,28
CV, %	13,1	14,4	28,8	28,4	18,0	22,4	36,4	36,6	28,6

Одним из параметров, определяющих рост дерева, а затем и его репродуктивную способность, следует считать диаметр кроны. По результатам исследования С.К. Мамедовой с соавт. у кедра корейского в 36-летних плантационных культурах [23], среднеарифметический показатель составил 6,5 ± 0,12 м и отличался у большинства вариантов средним уровнем изменчивости по шкале С.А. Мамаева [22]. В нашем случае, учитывая неплантационное размещение на площади (в целом расстояние между деревьями 1,6 ± 0,30 м), наблюдается повышенный уровень изменчивости (CV = 28,6 %), а по группам возраста прививок – он средний, который снижается по мере увеличения возраста прививки при среднем диаметре кроны 2,0 ± 0,13 м (рис. 3).

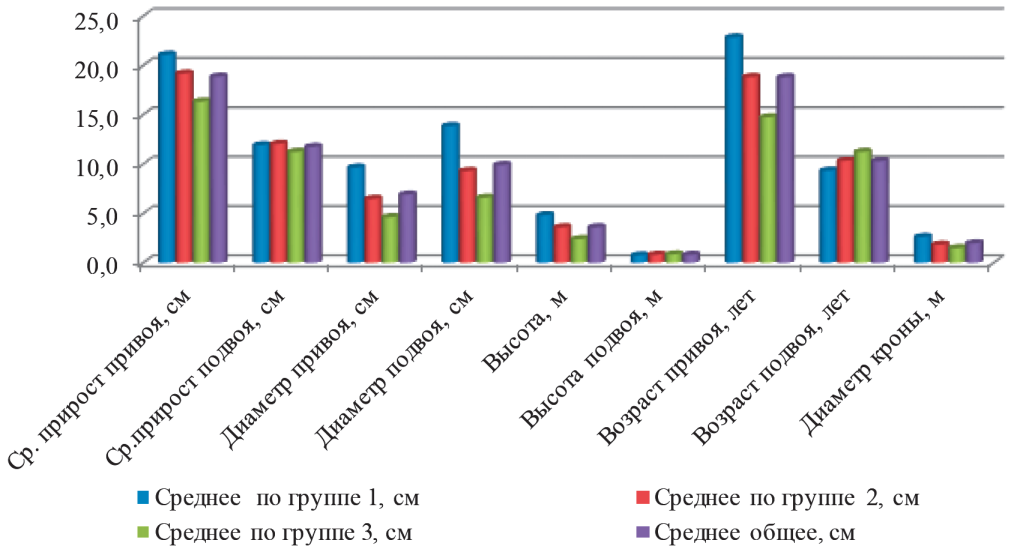


Рис. 3. Соотношение таксационных показателей по группам возраста на территории лесопаркового участка (объект № 1)

Необходимо отметить, что с формированием кроны привитых деревьев на объекте напрямую связаны такие таксационные показатели по привою, как диаметр (r = 0,91), возраст (r = 0,87) и средний прирост по высоте (r = 0,87), а по подвою – диаметр (r = 0,9). В целом теснота линейной корреляционной зависимости между таксационными показателями на лесопарковом участке более точно нашла отображение в таблице 2.

Таблица 2

Величины линейной корреляционной зависимости между таксационными показателями на лесопарковом участке (объект № 1)

Показатели	Ср. прирост привоя, см	Высота привоя, м	Возраст привоя, лет	Ср. прирост подвоя, см	Высота подвоя, м	Возраст подвоя, лет	Диаметр привоя, см	Диаметр подвоя, см	Диаметр кроны, м
Ср. прирост привоя, см	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Высота привоя, м	***0,93***	1	-	-	-	-	-	-	-
Возраст привоя, лет	***0,81***	***0,97***	1	-	-	-	-	-	-

Показатели	Ср. прирост привоя, см	Высота привоя, м	Возраст привоя, лет	Ср. прирост подвоя, см	Высота подвоя, м	Возраст подвоя, лет	Диаметр привоя, см	Диаметр подвоя, см	Диаметр кроны, м
Ср. прирост подвоя, см	0,28	0,24	0,22	1	-	-	-	-	-
Высота подвоя, м	0,04	-0,08	-0,12	0,52	1	-	-	-	-
Возраст подвоя, лет	-0,09	-0,27	-0,33	0,14	***0,87***	1	-0,06	-0,31	-0,12
Диаметр привоя, см	***0,84***	***0,92***	***0,89***	0,28	0,16		1		
Диаметр подвоя, см	***0,83***	***0,88***	***0,84***	0,26	-0,13		***0,89***	1	
Диаметр кроны, м	***0,87***	***0,92***	***0,87***	0,37	0,08		***0,91***	***0,9***	1

На объекте № 4 у непривитых деревьев с диаметром кроны коррелирует диаметр ствола на высоте груди ($r = 0,64$). Здесь уровень изменчивости по показателю оказался также повышенным и составил 27,7 % при среднем диаметре кроны 2,8 ± 0,17 м.

Таким образом, несмотря на различия в возрасте и условиях местопроизрастания и независимо от наличия или отсутствия прививки, в лесопарковом участке и Семилукском КМД уровень изменчивости диаметра кроны оказался одинаковым – повышенным. При выявленных параметрах этого показателя можно рекомендовать при создании лесных культур с участием кедра корейского ширину междурядий 3 м, как это отмечалось в источнике [15], и с возраста 15 лет у привитых деревьев – удаление центрального проводника с целью формирования многовершинности дерева [17] – приобретенного свойства вида, обеспечивающего ему необходимое семеношение.

Компоненты гетеропластических прививок зачастую проявляют несовместимость из-за различий в анатомии, морфологии и физиологии, что негативно сказывается на росте прививки и может привести к ее недолговечности. Однако создание гетеропластических прививок порой является обоснованным, поскольку гомопластические прививки часто не оказывают желаемого эффекта. Например, гетеропластические прививки сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* du Tour.) дают более высокие показатели интенсивности роста в отличие от гомопластических [21, 23]. При этом было установлено, что консервативность генетической системы не абсолютна, а адаптивна и разные климатипы привоя по-разному оказывают воздействие на дифференцировку ксилемы подвоя [4].

Такие параметры, как диаметр привоя и подвоя в месте прививки сильно разнятся, как между собой, так и по группам при превышении в среднем подвоя над привоем на 39,3 %.

Несовместимость по диаметрам подвоя и привоя – это характерное явление, так как между ними установлена корреляция ($r = 0,89$). Также, исходя из полученных величин соответствующих показателей таблицы 2, следует отметить, что среднему приросту в высоту привоя как результативному признаку свойственна высокая степень линейной коррелятивной зависимости со следующими признаками: диаметрами привоя и подвоя ($r = 0,84$ и $0,83$ соответственно), диаметром кроны ($r = 0,87$), возрастом и высотой привоя ($r = 0,81$ и $0,93$ соответственно).

На рисунке 4 отображены линии трендов уравнений полиномиальной зависимости средних приростов с высокой степенью аппроксимации на различных объектах за 21-летний период. За одинаковый промежуток времени на объектах наблюдается протекание процесса развития по различным сценариям с учетом, что средние приросты у них следующие: № 1 – 19,1 см; № 2 – 20,3 см; № 4 – 26,3 см и № 3 – 18,7 см. Но для данного возраста делать какие-либо основательные заключения преждевременно.

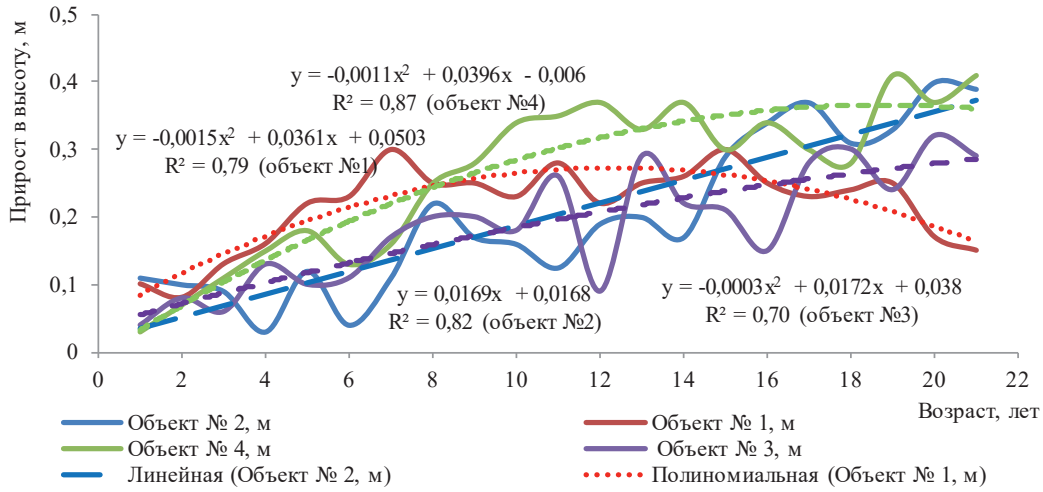


Рис. 4. Средний прирост в высоту на объектах за 21-летний период

Подтверждения по соответствующему высказыванию мы наблюдаем на рисунке 5, где, несмотря на различные моменты в ходе роста как привитых, так непривитых деревьев на объектах № 2 и № 4 с лучшими результатами, к возрасту 40 лет можно предположить завершение определенного возрастного цикла.

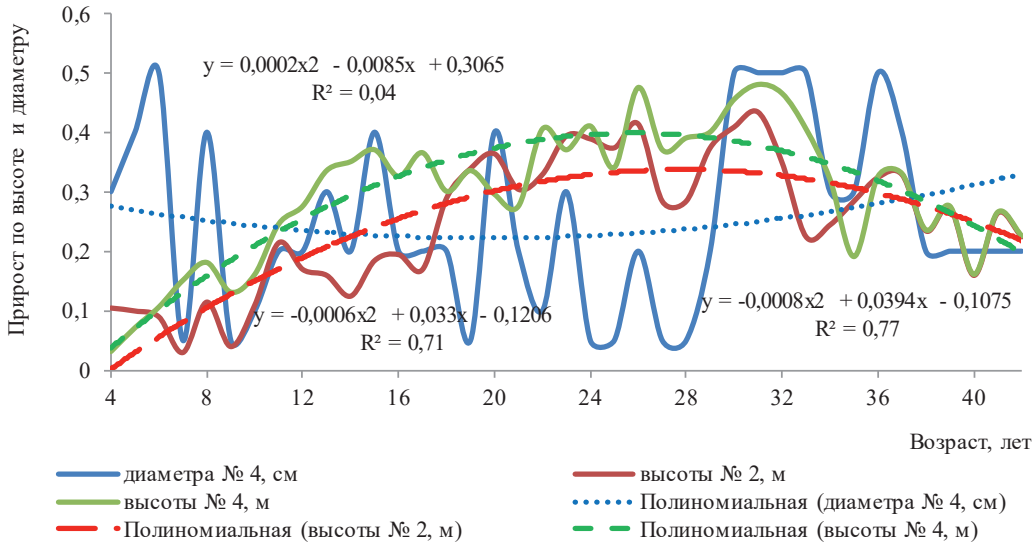


Рис. 5. Средний прирост в высоту на объектах с учетом возраста деревьев

Учитывая, что между приростом привоя в высоту и его диаметром установлена линейная корреляционная связь ($r = 0,84$) и беря во внимание сообщения исследователей о том, что при произрастании вида в естественном ареале выявлена 40-летняя цикличность усиления радиального прироста [7,14], то становится очевидной необходимость дальнейших исследований по этому вопросу на рассматриваемых объектах. При этом следует опираться на мнение, что величина прироста ширины годичных колец кедра обусловлена сначала почвенными условиями, а затем температурным режимом района произрастания

[7]. Следует обратить внимание, что в среднем у модельных деревьев на Семилукском КМД № 16 прирост по высоте составлял не менее 0,16 м, достигая в определенные моменты 0,48 м, а прирост по диаметру в отдельные годы был весьма незначителен. Таким образом, при близком к групповому размещению деревьев кедра корейского (1,6 ± 0,30 м) среди других пород вид стремится прирастать по высоте в ущерб диаметру, что необходимо учитывать при создании культур. В данном случае изначальное расстояние между деревьями на территории Семилукского КМД № 16 (1,0 1,5 м) следует считать заниженным [18].

Относительно прироста в высоту у деревьев на лесном участке (объект № 2) наблюдается аналогичная картина с несколько более низкими показателями при таком же размещении в окружении деревьев кедра сибирского (см. рис. 1). К этому необходимо добавить высказывание, что изменения радиального прироста на каждой пробной площади имеют индивидуальный характер, который обусловлен возрастом древостоя, интенсивностью проведенных рубок ухода, условиями произрастания [7].

Выводы

Сравнительный анализ особенностей роста и развития привитых и непривитых деревьев кедра корейского дает представление о видовой специфике кедровых сосен и определяет возможности и способы их интродукции.

Полученные многолетние данные позволяют сделать вывод об идентичном протекании хода роста в высоту по возрастным группам, независимо от срока давности проведения прививочных работ. Следует отметить, что среднему приросту в высоту привоя как результативному признаку свойственна высокая степень линейной коррелятивной зависимости со следующими признаками: диаметрами привоя и подвоя ($r = 0,84$ и 0,83 соответственно), диаметром кроны ($r = 0,87$), возрастом и высотой привоя ($r = 0,81$ и 0,93 соответственно).

Диаметр привоя и подвоя в месте прививки сильно разнятся, как между собой, так и по возрастным группам при превышении в среднем подвоя над привоем на 39,3 %.

По диаметру кроны наблюдается в целом повышенный уровень изменчивости ($CV = 28,6$ %) и средний – по группам возраста прививок, который снижается по мере увеличения срока давности проведения прививки (от 11,5 до 20,6 %).

Среди непривитых деревьев с диаметром кроны коррелирует диаметр ствола на высоте груди ($r = 0,64$). При групповом размещении деревьев кедра корейского среди других пород вид стремится прирастать по высоте в ущерб диаметру, что необходимо учитывать при создании культур.

Создание объектов лесовыращивания с участием кедра корейского лучше приурочивать к богатым условиям произрастания с размещением деревьев при рядовой посадке 3,0 × 1,0 м или создавая кулисы из него с размещением 2,0 × 1,5 м при чередовании с рядами других пород через 3 м.

Обрезку вершинной части привитых деревьев на объекте следует проводить с возраста 15 лет с целью формирования многовершинности дерева с учётом специфики выявленного хода роста в высоту.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агеенко, А.С. Леса Дальнего Востока / А.С. Агеенко. – М. : Лесн. пром-сть, 1969. – 392 с.
2. Альбенский, А.Б. Разведение быстрорастущих и ценных деревьев и кустарников / А.Б. Альбенский. – М. : Сельхозгиз, 1940. – 223 с.
3. Бобров, Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР / Е.Г. Бобров. – Л. : Наука, 1978. – 189 с.
4. Ваганов, Е.А. Анатомия годичных колец у прививок кедра сибирского / Е.А. Ваганов Г.В. Кузнецова, В.И. Свистова, В.Б. Круглов // Лесоведение. – 2010. – № 3. – С. 59–70.
5. Великов, А.В. Генетические ресурсы сосны корейской на Дальнем Востоке России: теоретические основы и прикладные аспекты / А.В. Великов, В.В. Потенко. – М. : Наука, 2006. – 174 с.
6. Выводцев, Н.В. Общие закономерности роста насаждений сосны корейской Н.В. Выводцев // Лесохозяйственная информация : электрон.сетевой журн. – 2020. – № 3. – С. 81–88.

7. Выводцев, Н.В. К вопросу о цикличности радиального прироста сосны кедровой корейской *(Pinus koraiensis Siebold et Zucc.)* на Дальнем Востоке / Н.В. Выводцев, Р. Кобаяси, И. Хонго, А.Н. Выводцева // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4. – С. 170–177.
8. Грек, В.С. Лесосеменная плантация кедра корейского в Хехцирском лесничестве – объект генетического содержания / В.С. Грек, А.А. Нечаев, Ю.А. Волкова // Сохранение лесных генетических ресурсов : Мат-лы междунар. конф.-совещ. – Кокшетау : изд-во «Мир печати», ИП Устюгова, 2019. – С. 66–68.
9. Гуль, Л.П. Создание прививочных лесосеменных плантаций как один из способов сохранения лесных генетических ресурсов / Л.П. Гуль, К.А. Колобанов // Сохранение лесных генетических ресурсов: Мат-лы междунар. конф.-совещ. – Кокшетау : изд-во «Мир печати», ИП Устюгова, 2019. – С. 68–70.
10. Дроздов, И.И. Лесная интродукция : учебное пособие / И.И. Дроздов, Ю.И. Дроздов. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 136 с.
11. Ирошников, А.И. Изучение генофонда, интродукции и селекции кедровых сосен / А.И. Ирошников, М.В. Твеленев // Лесоведение. – 2001. – № 4. – С. 62–68.
12. Кузнецова, Г.В. Рост, состояние и развитие кедровых сосен в географических культурах на юге Красноярского края / Г.В. Кузнецова // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – Вып. XXVII, № 1-2. – С. 102–107.
13. Кузнецова, Г.В. Прививки кедровых сосен как объект исследований / Г.В. Кузнецова, Ю.А. Дарикова, Ю.В. Савва, Е.А. Ваганов, А.М. Грачев // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – Вып. XXVII, № 3-4. – С. 312–316.
14. Кобаяси, Р. Особенности естественного и искусственного лесовосстановления сосны кедровой корейской в условиях Хабаровского края : автореф. дис. … канд. с.-х. наук / Рёсукэ Кобаяси. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – 20 с.
15. Левин, С.В. Лесоводственно-биологические особенности сосны кедровой корейской при её интродукции на территории Центрально-Черноземного региона России / С.В. Левин, В.И. Пащенко // Вестник Поволжского гос. технолог. ун-та. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2019. – № 4 (44). – С. 80–91.
16. Левин, С.В. Географические прививки как селекционный прием разведения пятихвойных сосен / С.В. Левин, Е.В. Титов, В.И. Пащенко // Труды Кубанского гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 4 (67). – С. 119–125.
17. Левин, С.В. Семеношение кедра корейского (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) при его интродукции в условиях лесостепи Воронежской области / С.В. Левин // Лесной вестник. – 2023. – Т. 27, № 3. – С. 36–47.
18. Левин, С.В. Адаптация кедра корейского при интродукции в условиях лесостепной зоны ЦЧР / С.В. Левин // Наука – лесному хозяйству Севера : Сб. науч. тр. ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» / Отв. ред.: Н.А. Демидова. – Архангельск, 2019. – С. 211–221.
19. Левин, С.В. Развитие кедра корейского при интродукции в условиях лесостепной зоны Центрально-Черноземного района (ЦЧР) России / С.В. Левин // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : Мат-лы X Междунар. форума. – Благовещенск : изд-во Дальневосточн. гос. аграрн. ун-та, 2019. – Ч. 1. – С. 93–97.
20. Матвеева, А.Г. Характеристика лесов Хабаровского края с точки зрения лесоэксплуатации / А.Г. Матвеева // Философия современного природопользования в бассейне реки Амур : Мат-лы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Хабаровск : изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. – Вып. 7. – С. 30–35.
21. Матвеева, Р.Н. Интенсивность роста 18-летнего привитого кедра сибирского (клон 91/55) в зависимости от вида подвоя / Р.Н. Матвеева, А.Г. Кичкильдеев // Хвойные бореальной зоны. – 2006. – Т. 23, № 2. – С. 220–222.
22. Мамаев, С.А. О закономерностях внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев // Теоретические основы внутривидовой изменчивости и структура популяций хвойных пород : Сб. статей. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1974. – С. 3–12.
23. Мамедова, С.К. Строение 36-летних плантационных культур кедровых сосен по диаметру кроны / С.К. Мамедова, А.М. Пастухова // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения: Сб. матлов по итогам Всероссийской научно-практической конференции/ отв. ред. Ю.Ю. Логинов. – Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2021. – С. 72–74.
24. Парфенова, Е.Д. Динамика кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока / Е.Д. Парфенова // Современные технологии воспроизводства экологической среды на урбанизированных территориях : Сб. докл. V междунар. науч.-практ. конф. – Хабаровск : изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2020. – Вып. 5. – С. 80–82.

25. Редковская, В.В. Анализ воспроизводства лесных культур и выращенного посадочного материала на территории Хабаровского края / В.В. Редковская // Современные технологии воспроизводства экологической среды на урбанизированных территориях : Сб. докл. V междунар. науч.-практ. конф. – Хабаровск : изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2020. – Вып. 5. – С. 73–75.
26. Сяо, Фэнсян. Технологии выращивания орехоплодных на примере сосны корейской в полузасушливых районах северо-востока Китая / Фэнсян Сяо, Ли Чжэньчжоу, Ду Хайбо Гу // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : Матер. X междунар. Форума. – Благовещенск : изд-во Дальневосточн. гос. аграрного ун-та, 2019. – Ч. 1. – С. 166–171.
27. Ухваткина, О.Н. Особенности жизненной стратегии сосны корейской (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) в позднесукцессионном хвойно-широколиственном лесу на территории южного Сихотэ-Алиня / О.Н. Ухваткина, А.М. Омелько // Вестник Томского гос. ун-та. Биология. – 2016. – № 4 36). – С. 164–179.
28. Щерба, Ю.Е. Показатели однолетних гомопластических и гетеропластических прививок кедровых сосен / Ю.Е. Щерба, М.В. Гришлова // Хвойные бореальной зоны. – 2015. – Вып. XXXIII, № 5-6. – С. 248–252.

REFERENCES

1. Ageenko A.S. Lesa Dal`nego Vostoka [Forests of the Far East.]. Moskow, Lesn. prom-st` [Moskow, Lesn. Industry], 1969, 392 p. (In Russian).
2. Al`benskij A.B. Razvedeniye bystrorastushchikh i tsennykh derev›yev i kustarnikov [Breeding fast-growing and valuable trees and shrubs]. Moskow, Sel›khozgiz [Moskow, Selkhozgiz], 1940, 223 p. (In Russian).
3. Bobrov E.G. Lesoobrazuyushhie xvojny`e SSSR [Forest-forming conifers of the USSR]. Leningrad, Nauka [Leningrad, Science], 1978, 189 p. (In Russian).
4. Vaganov E.A., Kuzneczova G.V., Svistova V.I., Kruglov V.B. Anatomiya godichnykh kolets u privivok kedra sibirskogo [Anatomy of growth rings in Siberian pine grafts]. *Lesovedenie [Forestry],* 2010, no. 3, pp. 59–70. (In Russian).
5. Velikov A.V., Potenko V.V. Geneticheskiye resursy sosny koreyskoy na Dal›nem Vostoke Rossii: teoreticheskiye osnovy i prikladnyye aspekty [Genetic resources of Korean pine in the Russian Far East: theoretical foundations and applied aspects]. Moskow, Nauka [Moskow, Science], 2006, 174 p. (In Russian).
6. Vy`vodcev N.V. Obshhie zakonomernosti rosta nasazhdenij sosny` korejskoj [General patterns of growth of Korean pine plantations]. *Lesoxozyajstvennaya informaciya: e`lektron.setevoj zhurn.* [*Forestry information, electronic network journal*], 2020, no. 3, pp. 81–88. (In Russian).
7. Vy`vodcev N.V., Kobayasi R., Xongo I., Vy`vodceva A.N. K voprosu o ciklichnosti radial`nogo prirosta sosny` kedrovoj korejskoj (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) na Dal`nem Vostoke [On the issue of the cyclicity of radial growth of Korean pine (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) in the Far East]. *Vestnik KrasGAU* [*Bulletin of KrasSAU*], 2015, no. 4, pp. 170–177. (In Russian).
8. Grek V.S., Nechaev A.A., Volkova Yu.A. Lesosemennaya plantaciya kedra korejskogo v Xexcirskom lesnichestve – ob``ekt geneticheskogo soderzhaniya [Forest seed plantation of Korean pine in Khekhtsir forestry – an object of genetic content]. *Soxranenie lesny`x geneticheskix resursov, mat-ly` mezhdunar. konf.-soveshh.* [*Conservation of forest genetic resources: materials of the International. conference-meeting*]. Kokshetau, izd-vo «Mir pechati», IP Ustyugova, 2019, pp. 66–68. (In Russian).
9. Gul` L.P., Kolobanov K.A. Sozdanie privivochny`x lesosemenny`x plantacij kak odin iz sposobov soxraneniya lesny`x geneticheskix resursov [Creation of grafting forest seed plantations as one of the ways to preserve forest genetic resources]. *Soxranenie lesny`x geneticheskix resursov, mat-ly` mezhdunar. konf.-soveshh.* [*Conservation of forest genetic resources: materials of the International. conference-meeting*]. Kokshetau, izd-vo «Mir pechati», IP Ustyugova, 2019, pp. 68–70. (In Russian).
10. Drozdov I.I., Drozdov Yu.I. Lesnaya introdukciya: uchebnoe posobie [Forest introduction: training manual]. Moskow, GOU VPO MGUL [Moskow, GOU VPO MGUL], 2005, 136 p. (In Russian).
11. Iroshnikov A.I. Izuchenie genofonda, introdukcii i selekcii kedrovy`x sosen [Study of the gene pool, introduction and selection of cedar pines]. *Lesovedenie* [*Forestry*], 2001. no. 4, pp. 62–68. (In Russian).
12. Kuzneczova G.V. Rost, sostoyanie i razvitie kedrovy`x sosen v geograficheskix kul`turax na yuge Krasnoyarskogo kraya [Growth, condition and development of cedar pines in geographical cultures in the south of the Krasnoyarsk Territory] *Xvojny`e boreal`noj zony`* [*Conifers of the boreal zone*], XXVII, 2010. no. 1–2, pp. 102–107. (In Russian).

13. Kuzneczova G.V. Privivki kedrovy`x sosen kak ob``ekt issledovanij [Grafting of cedar pines as an object of research]. *Xvojny`e boreal`noj zony`* [*Conifers of the boreal zone*], XXVII, 2010, no. 3–4, pp. 312–316. (In Russian).
14. Kobayasi R. Osobennosti estestvennogo i iskusstvennogo lesovosstanovleniya sosny` kedrovoj korejskoj v usloviyax Xabarovskogo kraya. Avtoref. Diss. kand. s.-x. nauk [Features of natural and artificial reforestation of Korean pine in the Khabarovsk Territory. Abstract of thesis. dis. cand. agricultural Sciences]. Krasnoyarsk, SibGTU [Krasnoyarsk, SibStU], 2016, 20 p. (In Russian).
15. Levin S.V. Lesovodstvenno-biologicheskie osobennosti sosny` kedrovoj korejskoj pri eyo introdukcii na territorii Central`no-Chernozyomnogo regiona Rossii [Silvicultural and biological features of Korean pine during its introduction into the territory of the Central Black Earth region of Russia]. *Vestnik Povolzhskogo gosud. texnolog. un-ta. Seriya: Les. E`kologiya. Prirodopol`zovanie* [*Bulletin of the Volga State. technologist. un-ta. Series: Forest. Ecology. Nature management*], 2019, no. 4 (44), pp. 80–91. (In Russian).
16. Levin S.V. Geograficheskie privivki kak selekcionny`j priem razvedeniya pyatixvojny`x sosen [Geographical grafting as a selection technique for breeding five-coniferous pines]. *Trudy` Kubanskogo gosud. agrar. un-ta* [*Proceedings of the Kuban State. agrarian un-ta*], 2017, no. 4 (67), pp. 119–125. (In Russian).
17. Levin S.V. Semenoshenie kedra korejskogo (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) pri ego introdukcii v usloviyax lesostepi Voronezhskoj oblasti [Seed production of Korean pine (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) during its introduction in the forest-steppe conditions of the Voronezh region]. *Lesnoj vestnik* [*Lesnoy Vestni*k], 2023, v. 27, no. 3, pp. 36–47. (In Russian).
18. Levin S.V. Adaptaciya kedra korejskogo pri introdukcii v usloviyax lesostepnoj zony` CzChR [Adaptation of Korean pine during introduction in the forest-steppe zone of the Central Chernobyl Region] Nauka – lesnomu xozyajstvu Severa. *Sb. nauch. Tr. FBU «Severny`j nauchno-issledovatel`skij institut lesnogo xozyajstva». Otv. red. N.A. Demidova* [*Science – forestry of the North. Sat. scientific tr. FBU «Northern Research Institute of Forestry» / Responsible. ed.: N.A. Demidov*]. Arxangel`sk, 2019, pp. 211–221. (In Russian).
19. Levin S.V. Razvitie kedra korejskogo pri introdukcii v usloviyax lesostepnoj zony` Central`no-Chernozemnogo rajona (CzChR) Rossii [Development of Korean pine during introduction in the forest-steppe zone of the Central Black Earth Region (CCR) of Russia]. *Oxrana i racional`noe ispol`zovanie lesny`x resursov*. *Materialy` X Mezhdunar. Foruma* [*Protection and rational use of forest resources. Materials of the X International forum – Blagoveshchensk, Far Eastern publishing house. state agrarian university*]. *Blagoveshhensk, izd-vo Dal`nevostochn. gos. agrarn.un-ta* [*Blagoveshchensk: Far Eastern publishing house. state agrarian university*], 2019, no. 1, pp. 93–97. (In Russian).
20. Matveeva A.G. Xarakteristika lesov Xabarovskogo kraya s tochki zreniya lesoe`kspluatacii [Characteristics of forests in the Khabarovsk Territory from the point of view of forest exploitation]. *Filosofiya sovremennogo prirodopol`zovaniya v bassejne reki Amur*. *Mat-ly` VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf* [*Philosophy of modern environmental management in the Amur River basin. Materials of the VII International. scientific-practical conf.*] *Xabarovsk, izd-vo Tixookean. gos. un-ta* [*Khabarovsk: Pacific publishing house state university*], 2018, no. 7, pp. 30–35. (In Russian).
21. Matveeva R.N., Kichkil`deev A.G. Intensivnost` rosta 18-letnego privitogo kedra sibirskogo (klon 91/55) v zavisimosti ot vida podvoya [Growth intensity of 18-year-old grafted Siberian pine (clone 91/55) depending on the type of rootstock]. *Xvojny`e boreal`noj zony`* [*Conifers of the boreal zone*], 2006, v. 23, no. 2, pp. 220–222. (In Russian).
22. Mamaev S.A. O zakonomernostyax vnutrividovoj izmenchivosti drevesny`x rastenij [On the patterns of intraspecific variability of woody plants]. *Teoreticheskie osnovy` vnutrividovoj izmenchivosti i struktura populyacij xvojny`x porod* [*Theoretical foundations of intraspecific variability and the structure of coniferous populations*], Sverdlovsk, UNCz AN SSSR [*Sverdlovsk, UC USSR Academy of Sciences*], 1974, pp. 3–12. (In Russian).
23. Mamedova S.K., Pastuxova A.M. Stroenie 36-letnix plantacionny`x kul`tur kedrovy`x sosen po diametru krony` [Structure of 36-year-old plantation crops of cedar pine trees according to crown diameter]. *Lesnoj i himicheskij kompleksy – problemy i resheniya. Sb. mat-lov po itogam Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii / otv. red. Yu.Yu. Loginov* [*Forest and chemical complex – problems and solutions. Collection of materials based on the results of the All-Russian scientific and practical conference/ ed. by Yu.Yu. Loginov*]. Krasnoyarsk, Sibirskij gosudarstvennyj universitet nauki i tekhnologij imeni akademika M.F. Reshetneva, [Krasnoyarsk, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev], 2020, pp. 72–74. (In Russian).

24. Parfenova E.D. Dinamika kedrovo-shirokolistvenny`x lesov Dal`nego Vostoka [Dynamics of pine-broad-leaved forests of the Far East]. *Sovremenny`e texnologii vosproizvodstva e`kologicheskoj sredy` na urbanizirovanny`x territoriyax. Sb. dokl. V mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [*Modern technologies for the reproduction of the ecological environment in urbanized areas. Coll. report V international scientific-practical conf.*]. Xabarovsk, izd-vo Tixookean. gos. un-ta [Khabarovsk, Pacific publishing house state university], 2020, no. 5, pp. 80–82. (In Russian).
25. Redkovskaya V.V. Analiz vosproizvodstva lesny`x kul`tur i vy`rashhennogo posadochnogo materiala na territorii Xabarovskogo kraya [Analysis of the reproduction of forest crops and grown planting material in the Khabarovsk Territory]. *Sovremenny`e texnologii vosproizvodstva e`kologicheskoj sredy` na urbanizirovanny`x territoriyax: Sb. dokl. V mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [*Modern technologies for the reproduction of the ecological environment in urban areas. Coll. report V international scientific-practical conf.*]. Xabarovsk, izd-vo Tixookean. gos. un-ta [Khabarovsk, Pacific publishing house state university], 2020, no. 5, pp. 73–75. (In Russian).
26. Syao Fe`nsyan, Li Chzhe`n`chzhou, Du Xajbo Gu. Texnologii vy`rashhivaniya orexoplodny`x na primere sosny` korejskoj v poluzasushlivy`x rajonax severo-vostoka Kitaya [Technologies for growing nut crops using the example of Korean pine in the semi-arid regions of northeast China]. *Oxrana i racional`noe ispol`zovanie lesny`x resursov, mater. X mezhdunar. foruma* [*Protection and rational use of forest resources. Mater. X intl. Forum*]. Blagoveshhensk, izd-vo Dal`nevostochn. gos. agrarnogo un-ta [Blagoveshchensk: Far Eastern publishing house. state Agrarian University], 2019, no. 1, pp. 166–171. (In Russian).
27. Uxvatkina O.N., Omel`ko A.M. Osobennosti zhiznennoj strategii sosny` korejskoj (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) v pozdnesukcessionnom xvojno-shirokolistvennom lesu na territorii yuzhnogo Sixote`-Alinya [Features of the life strategy of Korean pine (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) in a late successional coniferous-broad-leaved forest on the territory of southern Sikhote-Alin]. *Vestnik Tomskogo gosud. un-ta. Biologiya* [*Bulletin of Tomsk State. un-ta. Biology*], 2016, no. 4 (36), pp. 164–179. (In Russian).
28. Shherba Yu.E., Grishlova M.V. Pokazateli odnoletnix gomoplasticheskix i geteroplasticheskix privivok kedrovy`x sosen [Indicators of annual homoplastic and heteroplastic grafting of cedar pines]. *Xvojny`e boreal`noj zony`*[*Conifers of the boreal zone*], XXXIII, 2015, no. 5–6, pp. 248–252. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 13.07.2023